

Rec'd 24 MAR 2003

24 MAR 2003

PCT/DEUS/01717

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 29111

DE 03/1717



REC'D 30 JUL 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Aktenzeichen:** 102 46 320.4

**Anmeldetag:** 04. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren, Steuerungsgerät und Computer-  
Programm zur Detektion fehlerhafter Drucksensoren  
bei einer Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 D 41/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wehner

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

5 30.09.2002  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren, Steuerungsgerät und Computer-Programm zur  
Detektion fehlerhafter Drucksensoren bei einer  
Brennkraftmaschine

15 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, ein Steuerungsgerät  
und ein Computer-Programm zur Detektion eines fehlerhaften  
Saugrohrdrucksensors und/oder eines fehlerhaften  
20 Umgebungsdrucksensors bei einer Brennkraftmaschine.

Ein Saugrohrdrucksensor dient z.B. zur Diagnose der  
Abgasrückführung bei einer Brennkraftmaschine und liefert  
damit wichtige Informationen für ein Steuerungsgerät zur  
Ansteuerung der Brennkraftmaschine. Aus dem Druck im  
Saugrohr kann ein Lastsignal, welches die aktuelle Last der  
Brennkraftmaschine repräsentiert, oder die Einstellung  
eines korrekten Fahrervorgabemomentes abgeleitet werden.  
Aus dem Lastsignal kann weiterhin eine optimale  
30 Einspritzzeit bei einer Brennkraftmaschine mit  
Drosselregelung ermittelt werden.

Aufgrund der beschriebenen großen Bedeutung, die dem  
Saugrohrdrucksensor beim Betrieb einer Brennkraftmaschine

zukommt, ist eine frühzeitige Diagnose von Fehlern bei dem Saugrohrdrucksensor wünschenswert.

5 Aus dem Stand der Technik sind bereits Diagnoseverfahren zur Erkennung der Fehlerhaftigkeit von Saugrohrdrucksensoren, allerdings nur bei konventionellen Brennkraftmaschinen, insbesondere Ottomotoren, bekannt. Die konventionellen Brennkraftmaschinen zeichnen sich dadurch aus, dass bei ihnen die Laststeuerung über die  
10 Drosselklappe erfolgt, wobei ein starrer Zusammenhang zwischen dem Druck im Saugrohr und der Last bzw. zwischen dem Drosselklappenwinkel und der Last besteht.

15 Ein Beispiel für ein solches Diagnoseverfahren für konventionelle Ottomotoren ist z.B. aus der DE 199 46 874 A1 bekannt. Zunächst werden dort aus unterschiedlichen Betriebsparametern drei verschiedene Lastsignale L1, L2 und L3 gebildet, wobei L1 die Luftmasse repräsentiert, die in ein Saugrohr des Ottomotors strömt, L2 den Druck im  
20 Saugrohr repräsentiert und L3 ein aus der Kraftstoffmasse ermitteltes Kraftstoffsignal repräsentiert. Diese Lastsignale werden paarweise miteinander verglichen und bei auftretenden Abweichungen zu Kombinationen zusammengefasst. Unterschiedlichen Kombinationen von Abweichungen werden unterschiedliche Ursachen, d.h. unterschiedliche Fehlerquellen, für die Abweichungen zugeordnet. So kann beispielsweise in einem ersten Teil des Verfahrens bei Vorliegen einer bestimmten Abweichung zunächst darauf geschlossen werden, dass entweder der Saugrohrdrucksensor  
30 und/oder das Abgasrückführventil defekt ist. In einem weiteren Teil des Verfahrens kann dann genauer bestimmt werden, ob der Saugrohrdrucksensor oder das Abgasventil defekt ist. Dazu wird der Druck im Saugrohr sowohl während des Betriebs des Motors wie auch während dessen

Stillstandes im Nachlauf des zugehörigen Motorsteuergerätes gemessen und ausgewertet. Ist der Saugrohrdruck in beiden Fällen gleich groß, dann lässt das auf einen Defekt im Saugrohrdrucksensors schließen; ist dagegen der Druck im Saugrohr bei Stillstand kleiner als bei Betrieb des Motors, so lässt das auf ein defektes Abgasrückführventil schließen.

Weiterhin sind im Stand der Technik Umgebungsdrucksensoren zur Anwendung bei Brennkraftmaschinen bekannt. Neben den Saugrohrdrucksensoren liefern auch sie wichtige Informationen für ein Steuerungsgerät zur Ansteuerung einer Brennkraftmaschine. Umgebungsdrucksensoren dienen u.a. zur Ermittlung des maximalen Drehmoments der Brennkraftmaschine. Auch für Umgebungsdrucksensoren sind Diagnoseverfahren im Stand der Technik bekannt. Ein Umgebungsdrucksensor kann bei konventionellen Brennkraftmaschinen, bei denen eine Laststeuerung über die Drosselklappe erfolgt, aber nur beim Start oder bei Volllast auf seine korrekte Funktionsweise hin überprüft, d.h. plausibilisiert, werden, da bei konventionellen Brennkraftmaschinen nur in diesen Zuständen im Saugrohr annähernd Umgebungsdruck vorliegt.

Bei Brennkraftmaschinen mit variabler Ventilsteuerung, d.h. bei Brennkraftmaschinen mit drosselfreier Laststeuerung, wird dagegen die Last der Brennkraftmaschine nicht mehr über die Drosselklappe und damit den Druck im Saugrohr, sondern über eine Veränderung ihrer Ventilsteuerzeiten und/oder ihres Ventilhubes gesteuert. Gegenüber konventionellen Brennkraftmaschinen zeichnen sich die Brennkraftmaschinen mit vollvariabler Ventilsteuerung durch einen verringerten Spritverbrauch aus.

Fig. 3 veranschaulicht schematisch eine derartige Brennkraftmaschine 100 mit variabler Ventilsteuerung. Die Brennkraftmaschine 100 umfaßt einen Motorblock 110 mit einem Kolben 112, der sich darin auf und ab bewegt. An den Motorblock angeschlossen ist ein Saugrohr 120 mit eingebauter Drosselklappe 122 und ein Abgasrohr 130. Die Drosselklappe 122 dient bei derartigen Brennkraftmaschinen allerdings im Unterschied zu konventionellen Ottomotoren nicht zur Lastregelung. Die Regelung der Luftzufuhr und -abfuhr durch das Saugrohr und das Abgasrohr und damit die Regelung der Last der Brennkraftmaschine erfolgt über Ventile 140, die von einem Steuerungsgerät 200 angesteuert werden, wobei die Ansteuerung mit vollvariablen Steuerkanten erfolgt. Statt eines einzelnen Steuerungsgerätes 200 können zur Ansteuerung der Ventile 140 auch mehrere Steuerungsgeräte eingesetzt werden, die über eine beliebige Kommunikationsverbindung miteinander verbunden sind. Die Bewegung der Ventile erfolgt z.B. über elektromagnetische oder elektrohydraulische Aktoren.

Das Steuerungsgerät 200 umfasst einen Umgebungsdrucksensor 210 zum Bereitstellen eines Drosselklappendrucksignals, welches den Druck  $p_{\text{vor\_DK}}$  vor der Drosselklappe 122 repräsentiert. Dabei stellt der Umgebungsdrucksensor 210 den Druck  $p_{\text{vor\_DK}}$  nicht direkt bereit, sondern er stellt primär nur den Umgebungsdruck, d.h. den Luftdruck vor einem Luftfilter 150 der Brennkraftmaschine bereit. Aus dem gemessenen Umgebungsdruck kann dann nachfolgend entweder im Umgebungsdrucksensor 210 selbst oder im Steuerungsgerät 200 der tatsächliche Druck vor der Drosselklappe  $p_{\text{vor\_DK}}$  abgeleitet werden, indem ein in dem Luftfilter 150 der Brennkraftmaschine auftretender Druckabfall von dem gemessenen Umgebungsdruck subtrahiert wird.

- Bei drosselfreiem Betrieb der Brennkraftmaschine muss der Druck vor der Drosselklappe gleich dem Druck im Saugrohr sein. Bei den Steuerungsgeräten im Stand der Technik ist typischerweise ein Saugrohrdrucksensor 220 vorgesehen. Der
- 5 Saugrohrdrucksensor 220 stellt ein Saugrohrdrucksignal zur Verfügung, welches den Druck  $p_{\text{saug}}$  in dem Saugrohr 120 der Brennkraftmaschine 100 repräsentiert. Manchmal verfügen sie zusätzlich über einen Umgebungsdrucksensor 210.
- 10 Weil jedoch, wie soeben erläutert, bei Brennkraftmaschinen mit vollvariabler Ventilsteuerung die Lastregelung nicht mehr über die Drosselklappe erfolgt, sind alle bisher bekannten Diagnoseverfahren für Drucksensoren, die darauf
- 15 basieren, ein die Last der Brennkraftmaschine repräsentierendes Lastsignal aus der Winkelstellung der Drosselklappe oder dem Druck im Saugrohr abzuleiten, für Brennkraftmaschinen mit vollvariabler Ventilsteuerung nicht mehr anwendbar.
- 20 Ausgehend von dem genannten Stand der Technik ist es deshalb die Aufgabe der Erfindung, ein bekanntes Verfahren, ein bekanntes Steuerungsgerät und ein bekanntes Computerprogramm zur Detektion eines fehlerhaften Saugrohrdrucksensors und/oder eines fehlerhaften
- Umgebungsdrucksensors bei einer konventionellen Brennkraftmaschine derart weiterzubilden, dass diese Detektion auch bei Brennkraftmaschinen mit vollvariabler Ventilsteuerung möglich ist.
- 30 Diese Aufgabe wird durch das in Patentanspruch 1 beanspruchte Verfahren gelöst. Im Unterschied zum Stand der Technik verzichtet das beanspruchte Verfahren auf die Ableitung von Lastsignalen aus der Stellung der Drosselklappe oder aus dem Saugrohrdruck zur Detektion, ob

mindestens einer von zwei Drucksensoren, nämlich der Saugrohrdrucksensor oder der Umgebungsdrucksensor defekt ist. Stattdessen ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren diese Detektion ausschließlich aufgrund einer direkten Auswertung des Druckes vor der Drosselklappe und des Druckes im Saugrohr.

10 Gemäß einer bevorzugten vorteilhaften Weiterbildung umfasst das beanspruchte Verfahren weitere Schritte, um genau festzustellen zu können, welcher der beiden Drucksensoren defekt ist. Dazu wird die Brennkraftmaschine mit drosselfreier Laststeuerung künstlich in einen Betriebszustand versetzt, der eine gedrosselte Laststeuerung simuliert. Im Rahmen dieser Simulation ist  
15 dann die Ableitung von simulierten Lastsignalen aus sowohl dem Druck im Saugrohr wie auch aus der Winkelstellung der Drosselklappe möglich. Die simulierten Lastsignale dienen erfindungsgemäß zur Ermittlung des tatsächlich fehlerhaften Drucksensors.

20 Die oben genannte Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch das in Patentanspruch 6 beanspruchte Steuerungsgerät und durch das in Patentanspruch 13 beanspruchte Computerprogramm gelöst.

Die Vorteile des Steuerungsgerätes und des Computerprogramms entsprechen im wesentlichen den zuvor mit Bezug auf das beanspruchte Verfahren genannten Vorteilen.

30 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des beanspruchten Verfahrens, des Steuerungsgerätes und des Computerprogramms sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden

nachfolgend anhand der beigefügten Figuren näher beschrieben, wobei:

- 5      Fig. 1a      ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Detektion fehlerhafter Drucksensoren bei einer Brennkraftmaschine und ein zur Realisierung des Verfahrens vorgesehenes erstes Logikmodul;
- 10      Fig. 1b      ein erfindungsgemäßes Steuerungsgerät;
- 15      Fig. 2      eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens und ein zur Realisierung der Weiterbildung vorgesehenes zweites Logikmodul; und
- 20      Fig. 3      eine bekannte Brennkraftmaschine mit variabler Ventilsteuerung und ein zugehöriges bekanntes Steuerungsgerät zur Ansteuerung der Ventile veranschaulicht.

Fig. 1a veranschaulicht ein Verfahren zur Detektion, ob mindestens einer von zwei Drucksensoren, nämlich der Saugrohrdrucksensor und / oder der Umgebungsdrucksensor, bei einer Brennkraftmaschine mit variabler Ventilsteuerung gemäß Fig. 3 defekt ist oder nicht. Eine konkrete Unterscheidung, welcher der beiden Drucksensoren defekt ist, ermöglicht das Verfahren gemäß Fig. 1a noch nicht; eine solche Aussage kann erst mit Hilfe der weiter unten mit Bezugnahme auf Fig. 2 beschriebenen Weiterbildung des Verfahrens getroffen werden.

Die Veranschaulichung des Verfahrens erfolgt in Fig. 1a



durch die Abbildung des funktionalen Aufbaus eines ersten erfindungsgemäßen Logikmoduls 240, welches vorzugsweise Bestandteil eines Steuerungsgerätes 200 zur Ansteuerung der Ventile der Brennkraftmaschine 100 ist, siehe Fig. 1b. Das erste Logikmodul 240 ermöglicht die Durchführung des beanspruchten Verfahrens. Nachfolgend wird der Aufbau des ersten Logikmoduls 240 näher beschrieben; daraus erschließen sich zwangsläufig auch die einzelnen Schritte des beanspruchten Verfahrens.

Gemäß Fig. 1a empfängt das erste Logikmodul 240 sowohl ein Drosselklappendrucksignal, welches den Druck  $p_{\text{vor\_DK}}$  vor der Drosselklappe repräsentiert und ein Saugrohrdrucksignal, welches den Druck  $p_{\text{saug}}$  im Saugrohr der Brennkraftmaschine repräsentiert; zur Erzeugung dieser Signale: siehe Fig. 3 und den zugehörigen Teil der Beschreibung. Weiterhin wird dem ersten Logikmodul 240 erfindungsgemäß ein erstes Zustandssignal, bereitgestellt von einem ersten Betriebszustandsdetektor 230, zugeführt, welches anzeigt, ob die Brennkraftmaschine in einem drosselfreien Betriebszustand betrieben wird. Alternativ kann das Zustandssignal auch von einem anderen Logikmodul innerhalb des Steuergeräts 200 erzeugt werden.

Das erste Logikmodul 240 enthält, wie in Fig. 1a gezeigt, eine erste Subtrahiereinheit 242 zum Bilden einer Druckdifferenz  $\Delta p$  durch Subtrahieren des Saugrohrdrucksignals von dem Drosselklappendrucksignal. Diese Druckdifferenz wird einer ersten Vergleichereinheit 244 zugeführt, welche feststellt, ob die Druckdifferenz  $\Delta p$  größer als ein erster Schwellenwert  $\Delta p_1$  ist. Ein erstes Und-Gatter 246 führt eine logische Und-Verknüpfung zwischen dem logischen Ausgangssignal der ersten Vergleichereinheit 244 und dem ersten Zustandssignal

durch. Das Ausgangssignal dieses ersten Und-Gatters 246 macht eine erste Aussage darüber, ob mindestens einer der Drucksensoren 210, 220 fehlerhaft ist oder nicht; dies ist genau dann der Fall, wenn die Druckdifferenz  $\Delta p$  tatsächlich größer als der erste Schwellenwert  $\Delta p_1$  ist und gleichzeitig drosselfreier Betrieb der Brennkraftmaschine 100, angezeigt durch das erste Zustandssignal, vorliegt. Dabei ist der erste Schwellenwert  $\Delta p_1$  vorzugsweise auf ungefähr Null eingestellt.

10 Unabhängig von dieser ersten Aussage umfasst das erste Logikmodul 240 eine zweite Vergleichereinheit 248 zum Feststellen, ob die Druckdifferenz  $\Delta p$  kleiner als der zweite Schwellenwert  $\Delta p_2$ , mit  $\Delta p_2$  vorzugsweise Null, ist. Wenn dies der Fall ist, ist eine zweite Aussage, unabhängig von der ersten Aussage möglich, dass einer der beiden Drucksensoren 210, 220 fehlerhaft arbeitet. Diese Aussage ist physikalisch darin begründet, dass der Druck im Saugrohr 120 nie größer sein kann als der Druck vor der Drosselklappe 122.

Das erste Logikmodul 240 umfasst weiterhin ein Oder-Gatter 249, um das Ausgangssignal des ersten Und-Gatters 246 und das Ausgangssignal der zweiten Vergleichereinheit 248 einer Oder-Verknüpfung zu unterziehen. Diese Oder-Verknüpfung dient zur Erzeugung eines ersten Fehlersignals  $E_{DS\_DSU}$ , welches einen Fehler in einem der beiden Drucksensoren 210, 220 repräsentiert, wenn ein solcher Fehler entweder bereits am Ausgang des ersten Und-Gatters 246 oder bereits am Ausgang der zweiten Vergleichereinheit 248 oder an beiden Ausgängen festgestellt worden ist.

Fig. 2 veranschaulicht eine Weiterbildung des in Fig. 1 dargestellten Verfahrens, wobei diese Weiterbildung dazu

dient, eine genaue Feststellung darüber zu ermöglichen, ob der Saugrohrdrucksensor oder der Umgebungsdrucksensor 210 defekt ist. Diese Weiterbildung ist in Form eines zweiten Logikmoduls 250 realisiert, das vorzugsweise ebenfalls dem Steuerungsgerät 200 zugeordnet ist, siehe Fig. 1b.

Gemäß Fig. 1b und 2 realisiert das zweite Logikmodul 250 die besagte Weiterbildung des Verfahrens durch logisches Verknüpfen des ersten Fehlersignals ES\_DS\_DSU, eines ersten Lastsignals Last\_aus\_Saugrohrdruck, welches die Last der Brennkraftmaschine abgeleitet aus dem Druck im Saugrohr repräsentiert, und eines zweiten Lastsignals Last\_aus\_DK, welches die Last der Brennkraftmaschine abgeleitet aus der Winkelstellung der Drosselklappe 122 repräsentiert.

Für die Realisierung der Weiterbildung des Verfahrens wird bei der Brennkraftmaschine 100 mit grundsätzlich variabler Ventilsteuerung ein Betriebszustand mit gedrosselter Laststeuerung simuliert. Dazu werden die Ventile 140 vorzugsweise von dem Steuerungsgerät 200 mit starren Steuerkanten angesteuert. Dieser spezielle Betriebszustand wird von einem zweiten Zustandssignal B\_DK\_erfolgt repräsentiert, welches dem zweiten Logikmodul 250 ebenfalls als Eingangsgröße zugeführt wird.

Das zweite Logikmodul 250 umfasst eine zweite Subtrahiereinheit 251 zum Bilden einer Lastdifferenz durch Subtrahieren des zweiten Lastsignals von dem ersten Lastsignal. Eine Betragsbildungseinheit 252 bildet den Betrag Lastdifferenz bevor dieser einer dritten Vergleichereinheit 253 zugeführt wird. Die dritte Vergleichereinheit 253 stellt fest, ob der Betrag der Lastdifferenz größer als ein dritter Schwellenwert Delta\_Last ist.

Ein zweites Und-Gatter 254 führt eine Und-Verknüpfung durch zwischen dem ersten Fehlersignal E\_DS\_DSU und dem zweiten Zustandssignal B\_DK\_erfolgt . Das Ausgangssignal des

5 zweiten Und-Gatters 254 wird zusammen mit dem Ausgangssignal der dritten Vergleichereinheit 253 einem dritten Und-Gatter 255 zugeführt, so dass das Ausgangssignal des dritten Und-Gatters 255 das Ergebnis der Und-Verknüpfung der genannten zugeführten Signale

10 darstellt. Anders ausgedrückt: das Ausgangssignal des dritten Und-Gatters 255 repräsentiert ein zweites Fehlersignal E\_DS\_Saug, d.h. es zeigt ggf. eine Fehlerhaftigkeit des Saugrohrdrucksensors 220 an. Eine solche Fehlerhaftigkeit liegt dann vor, wenn der Betrag der

15 Differenz zwischen der aus dem Druck im Saugrohr abgeleiteten Last der Brennkraftmaschine und der aus dem Winkel der Drosselklappe abgeleiteten Last größer als der dritte Schwellenwert delta\_Last ist und wenn außerdem gleichzeitig bei dem oben unter Bezugnahme auf Fig. 1a

20 beschriebenen Vorverfahren bereits grundsätzlich das Vorliegen eines Fehlers in mindestens einem der Drucksensoren, Umgebungsdrucksensor 210 oder Saugrohrdrucksensor 220, festgestellt wurde und bei der Brennkraftmaschine 100 ein Betrieb mit gedrosselter Laststeuerung simuliert wurde. Die Schlussfolgerung des defekten Saugrohrdrucksensors ist zulässig, da das Signal Last\_aus\_DK durch andere Diagnosen zuverlässig überwacht wird und daher korrekt ist.

30 Weiterhin umfasst das zweite Logikmodul 250 ein viertes Und-Gatter 256 zum Durchführen einer Und-Verknüpfung zwischen dem durch einen Inverter 257 invertierten Ausgangssignal der dritten Vergleichereinheit 253 und dem Ausgangssignal des zweiten Und-Gatters 254. Das

Ausgangssignal des vierten Und-Gatters 256 repräsentiert ein drittes Fehlersignal E\_DS\_Umg, welches ggf. einen Fehler in dem Umgebungsdrucksensor 210 anzeigt. Ein solcher Fehler liegt vor, wenn der Betrag der Differenz zwischen

5 der aus dem Druck im Saugrohr abgeleiteten Last der Brennkraftmaschine und der aus der Winkelstellung der Drosselklappe abgeleiteten Last kleiner oder gleich dem dritten Schwellenwert Delta\_Last ist und gleichzeitig bei dem oben unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschriebenen

10 Vorverfahren bereits grundsätzlich ein Fehler in mindestens einem der Drucksensoren 210, 220 festgestellt wurde und bei der Brennkraftmaschine ein Betrieb mit gedrosselter Laststeuerung simuliert wurde.

15 Sowohl das erste wie auch das zweite Logikmodul können jeweils, unabhängig voneinander, als Hardwareschaltung realisiert sein.

Von besonderer Bedeutung ist jedoch die Realisierung des  
20 erfindungsgemäßen Verfahrens und damit des ersten und/oder zweiten Logikmoduls 240, 250 in der Form eines Computerprogramms. Dabei ist das Computerprogramm auf einem Rechengerät, insbesondere einem Mikroprozessor in dem Steuerungsgerät 200, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. In diesem Fall wird also die Erfindung durch das Computerprogramm realisiert, so dass dieses Computerprogramm in gleicher Weise die Erfindung darstellt, wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Computerprogramm geeignet ist. Das  
30 Computerprogramm ist vorzugsweise auf einem Speicherelement abgespeichert. Als Speicherelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Random-Access-Memory RAM, ein Read-Only-Memory ROM oder ein Flash-Memory.

05.09.2002

R. 302756

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

5

## Ansprüche

1. Verfahren zur Detektion eines fehlerhaften  
Saugrohrdrucksensors (220) und/oder eines fehlerhaften  
Umgebungsdrucksensors (210) bei einer  
Brennkraftmaschine (100) mit variabler  
Ventilsteuerung, umfassend die Schritte:

- Ermitteln des Druckes  $p_{\text{vor\_DK}}$  vor der  
Drosselklappe (122) der Brennkraftmaschine (100);
- Ermitteln des Druckes  $p_{\text{saug}}$  im Saugrohr (120)  
der Brennkraftmaschine (100);
- Bilden einer Druckdifferenz  $\Delta p$  durch  
Subtrahieren des Druckes im Saugrohr (120) von  
dem Druck vor der Drosselklappe (122);
- Vergleichen der Druckdifferenz  $\Delta p$  mit einem  
ersten Schwellenwert  $\Delta p_1$  bei drosselfreiem  
Betrieb der Brennkraftmaschine (100) und/oder mit  
einem zweiten Schwellenwert  $\Delta p_2$  bei  
gedrosseltem oder ungedrosseltem Betrieb der  
Brennkraftmaschine (100); und
- Detektieren, dass mindestens einer der beiden  
Drucksensoren fehlerhaft ist, wenn:  
 $\Delta p > \Delta p_1$  und/ oder  $\Delta p < \Delta p_2$ .

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass der erste und/oder der zweite Schwellenwert auf  
einen Wert von ungefähr Null eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren nach der Detektion, dass mindestens einer der beiden Drucksensoren fehlerhaft ist, weiterhin folgende Schritte umfasst:

5

- Einstellen der Brennkraftmaschine (100) in einen Betriebszustand, der einen Betrieb mit starren Steuerzeiten und gedrosselter Laststeuerung simuliert;
- 10 - Ermitteln der Last der Brennkraftmaschine (100) aus dem Druck in dem Saugrohr (120);
- Ermitteln der Last der Brennkraftmaschine (100) aus der Winkelstellung der Drosselklappe (122);
- 15 - Bilden der Differenz der beiden Lasten durch Subtrahieren der aus der Winkelstellung der Drosselklappe (122) abgeleiteten Last von der aus dem Saugrohrdruck abgeleiteten Last;
- Vergleichen der Lastdifferenz mit einem dritten Schwellenwert  $\Delta_{\text{Last}}$ ;
- 20 - Detektieren, dass der Saugdrucksensor fehlerhaft ist, wenn der Betrag der Lastdifferenz größer als der dritte Schwellenwert  $\Delta_{\text{Last}}$  ist; oder
- Detektieren, dass der Umgebungsdrucksensor (210) fehlerhaft ist, wenn die Lastdifferenz kleiner  
25 gleich dem dritten Schwellenwert ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Schwellenwert zumindest näherungsweise auf Null eingestellt ist.

30

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Lastsignal aus der Drosselklappe (122) abgeleitet aus der Winkelstellung der Drosselklappe (122) ersetzt wird durch ein

Lastsignal, das abgeleitet wurde aus dem Messsignal eines Heißfilmluftmassenmessers.

- 5 6. Steuerungsgerät (200) zur Ansteuerung einer Brennkraftmaschine (100) mit variabler Ventilsteuerung, umfassend:

- 10 - einen Saugrohrdrucksensor (220) zum Bereitstellen eines Saugrohrdrucksignals, welches den Druck  $p_{\text{saug}}$  im Saugrohr (120) der Brennkraftmaschine (100) repräsentiert;
- 15 - einen Umgebungsdrucksensor (210) zum Bereitstellen eines Drosselklappendrucksignals, welches den Druck vor der Drosselklappe  $p_{\text{vor\_DK}}$  repräsentiert;
- 20 - einen ersten Betriebszustandsdetektor (230) zum Bereitstellen eines ersten Zustandssignals, welches den drosselfreien Betriebszustand der Brennkraftmaschine (100) repräsentiert; und
- ein erstes Logikmodul (240) zum Detektieren, ob mindestens einer der beiden Drucksensoren (210, 220) fehlerhaft ist durch logisches Verknüpfen des Saugrohrdrucksignals, des Drosselklappendrucksignals und des ersten Zustandssignals gemäß dem in den Patentansprüchen 1 oder 2 beanspruchten Verfahren.

- 30 7. Steuerungsgerät (200) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Logikmodul (240) aufweist:

- eine Subtrahiereinheit (242) zum Bilden einer Druckdifferenz  $\Delta p$  durch Subtrahieren des Saugrohrdrucksignals von dem



Drosselklappendrucksignal;

- eine erste Vergleichereinheit (244) zum Feststellen, ob die Druckdifferenz  $\Delta p$  größer als der erste Schwellenwert  $\Delta p_1$  ist;
- 5     - eine zweite Vergleichereinheit (248) zum Feststellen, ob die Druckdifferenz  $\Delta p$  kleiner als der zweite Schwellenwert  $\Delta p_2$  ist; und
- 10    - ein erstes Und-Gatter (246) zum Und-Verknüpfen des logischen Ausgangssignals der ersten Vergleichereinheit (244) mit dem ersten Zustandssignal.

8.     Steuerungsgerät (200) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Logikmodul (240) weiterhin ein Oder-Gatter (249) aufweist zum Ausgeben eines ersten Fehlersignals  $ES\_DS\_DSU$ , welches einen Fehler in mindestens einem der beiden Drucksensoren (210, 220) repräsentiert, durch Oder-Verknüpfen des Ausgangssignal des ersten Und-Gatters (246) und des Ausgangssignals der zweiten Vergleichereinheit (248).

9.     Steuerungsgerät (200) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Logikmodul (240) als Hardwareschaltung realisiert ist.

10.    Steuerungsgerät (200) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerungsgerät (200) ein zweites Logikmodul (250) aufweist zum Feststellen, ob der Saugrohrdrucksensor (220) oder der Umgebungsdrucksensor (210) fehlerhaft ist durch logisches Verknüpfen des ersten Fehlersignals  $ES\_DS\_DSU$ , eines zweiten Zustandssignals, welches anzeigt, ob die Brennkraftmaschine (100) in einen

Betriebszustand mit starren Steuerkanten und gedrosselter Laststeuerung eingestellt ist, eines ersten Lastsignals, welches die Last der Brennkraftmaschine (100) abgeleitet aus dem Druck im Saugrohr (120) repräsentiert, und eines zweiten Lastsignals, welches die Last der Brennkraftmaschine (100) abgeleitet aus der Winkelstellung der Drosselklappe (122) repräsentiert.

11. Steuerungsgerät (200) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Logikmodul (250) aufweist:

- eine zweite Subtrahiereinheit (251) zum Bilden einer Lastdifferenz durch Subtrahieren des zweiten Lastsignals von dem ersten Lastsignal;
- eine Betragsbildungseinheit (252) zum Bilden des Betrags der Lastdifferenz;
- eine dritte Vergleichereinheit (253) zum Feststellen, ob der Betrag der Lastdifferenz größer als ein dritter Schwellenwert  $\Delta_{\text{Last}}$  ist;
- ein zweites Und-Gatter (254) zum Und-Verknüpfen des ersten Fehlersignals mit dem zweiten Zustandssignal;
- ein drittes Und-Gatter (255) zum Bilden eines zweiten Fehlersignals  $E_{\text{DS\_Saug}}$ , welches gegebenenfalls einen Fehler des Saugrohrdrucksensors (220) repräsentiert, durch Und-Verknüpfen des Ausgangssignals der dritten Vergleichereinheit (253) mit dem Ausgangssignal des zweiten Und-Gatters (254);
- einen Inverter (257) zum Invertieren des Ausgangssignals der dritten Vergleichereinheit

(253); und

- ein viertes Und-Gatter (256) zum Bilden eines dritten Fehlersignals E\_DS\_Umg, welches gegebenenfalls einen Fehler des Umgebungsdrucksensors (210) repräsentiert, durch Und-Verknüpfen des invertierten Ausgangssignals der dritten Vergleichereinheit (253) mit dem Ausgangssignal des zweiten Und-Gatters (254).

5

- 10 12. Steuerungsgerät (200) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Logikmodul (250) als Hardwareschaltung realisiert ist.

15

13. Computerprogramm zur Ausführung auf einem Recheng Gerät, insbesondere einem Mikroprozessor, eines Steuerungsgerätes zur Ansteuerung einer Brennkraftmaschine (100) mit variabler Ventilsteuerung, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogramm zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 geeignet ist, wenn es auf dem Recheng Gerät abläuft.

20

14. Computerprogramm nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogramm auf einem Speicherelement, insbesondere auf einer Diskette, einer CD (Compact Disk) oder einem EPROM (Electrically Programmable Read-Only-Memory) gespeichert ist.

30

R. 302756

05.09.2002

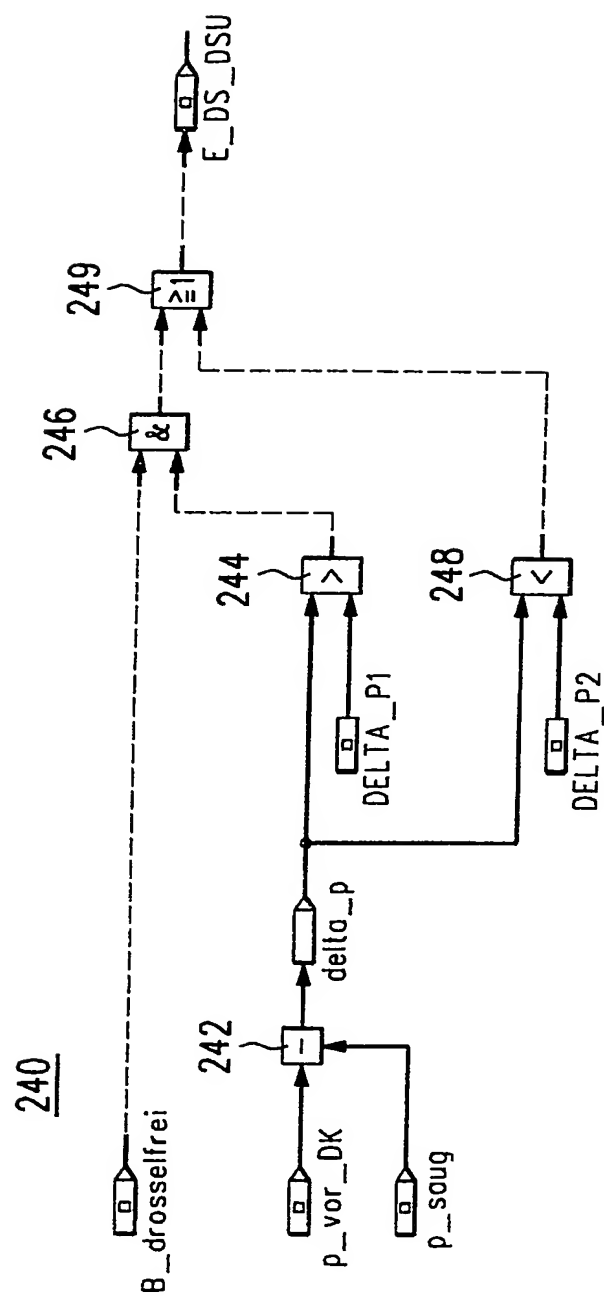
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

5 Verfahren, Steuerungsgerät und Computer-Programm zur  
Detektion fehlerhafter Drucksensoren bei einer  
Brennkraftmaschine

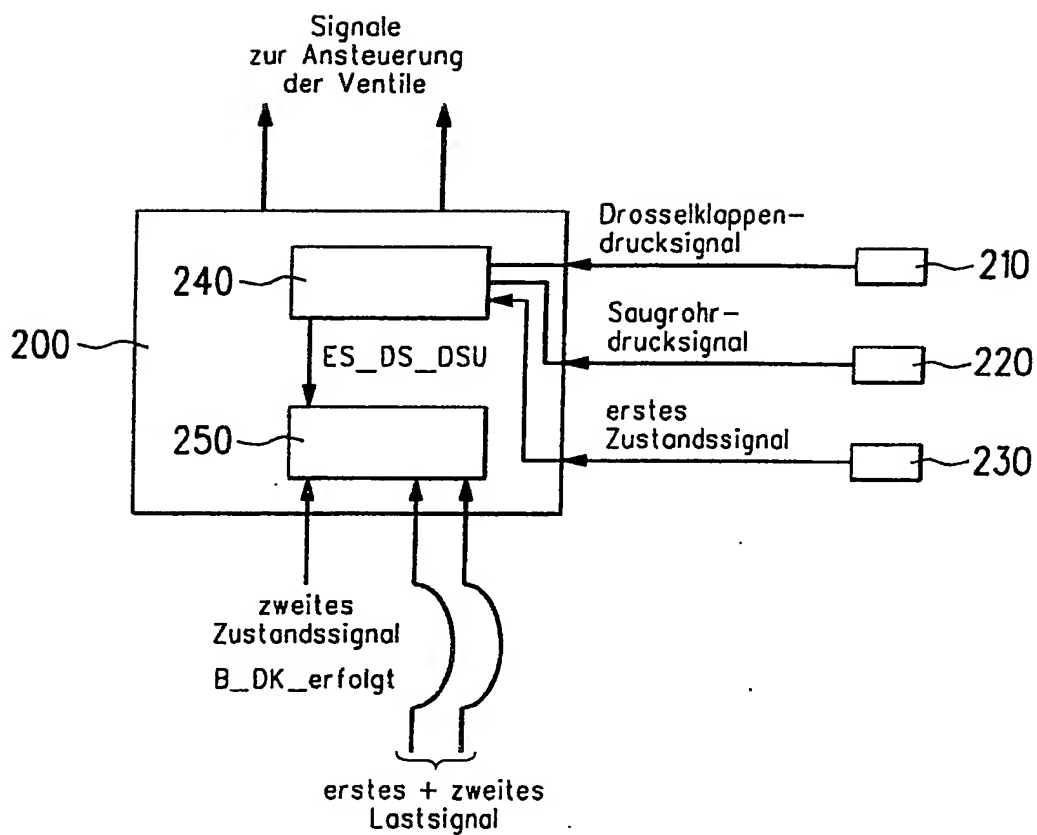
10 Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, ein Steuerungsgerät 200 und ein Computer-Programm zur Detektion eines fehlerhaften Saugrohrdrucksensors 220 und/oder eines fehlerhaften Umgebungsdrucksensors 210 bei einer Brennkraftmaschine 100. Aus dem Stand der Technik sind bereits Diagnoseverfahren und Geräte zur Erkennung der Fehlerhaftigkeit von Saugrohrdrucksensoren bekannt, allerdings nur bei konventionellen Brennkraftmaschinen, bei denen die Laststeuerung über die Drosselklappe 122 erfolgt, nicht jedoch für Brennkraftmaschinen 100, bei denen die Laststeuerung über eine Ventilsteuerung erfolgt. Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es deshalb die Aufgabe der Erfindung, ein bekanntes Verfahren, ein bekanntes Steuerungsgerät 200 und ein bekanntes Computerprogramm zur Detektion eines fehlerhaften Saugrohrdrucksensors 220 und/oder eines fehlerhaften Umgebungsdrucksensors 210 bei einer konventionellen Brennkraftmaschine 100 derart weiterzubilden, dass diese Detektion auch bei Brennkraftmaschinen 100 mit Ventilsteuerung möglich ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die gewünschte Detektion ausschließlich aufgrund einer direkten Auswertung des Druckes vor der Drosselklappe 122 und des Druckes im Saugrohr 120 erfolgt. Eine Ableitung von

Lastsignalen aus diesen Drücken, wie sie im Stand der Technik erforderlich ist, wird damit vorteilhafterweise, zumindest für die Detektion, ob mindestens einer der Drucksensoren fehlerhaft ist, entbehrlich (Fig. 1).



**Fig. 1a**

*Fig. 1b*

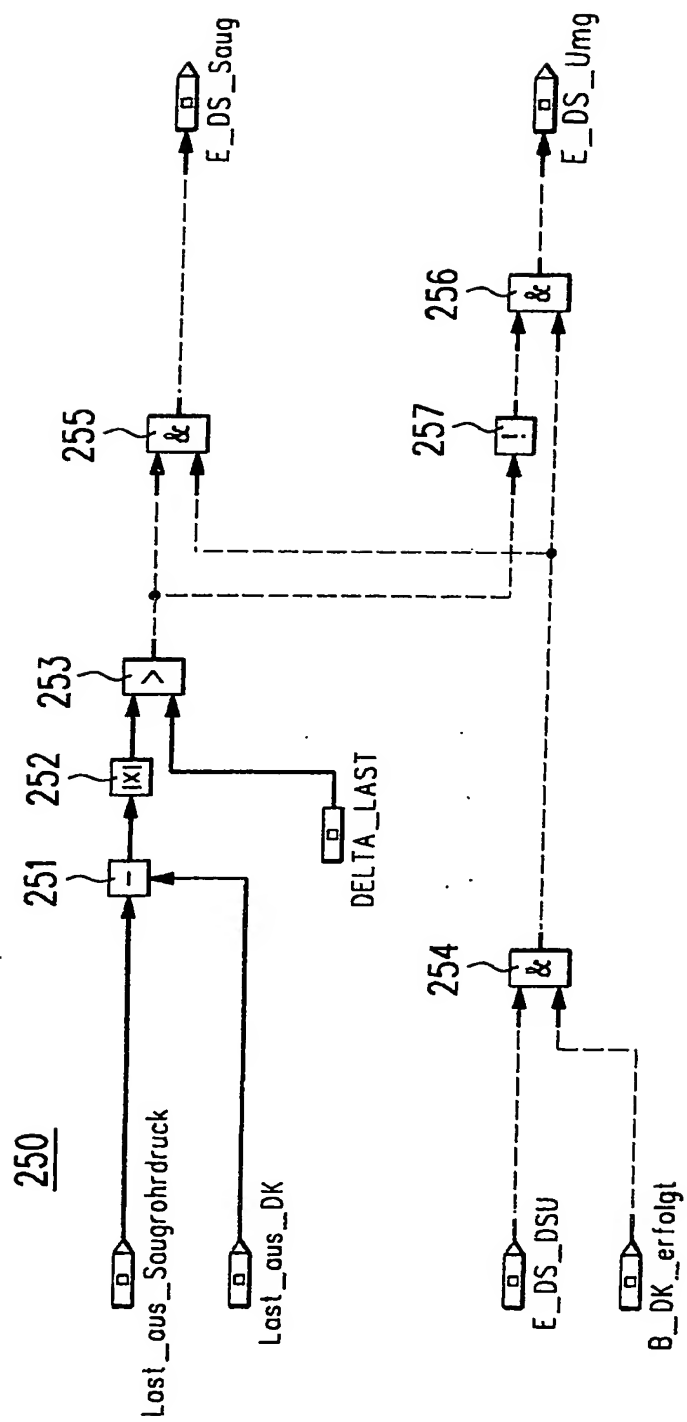


Fig. 2



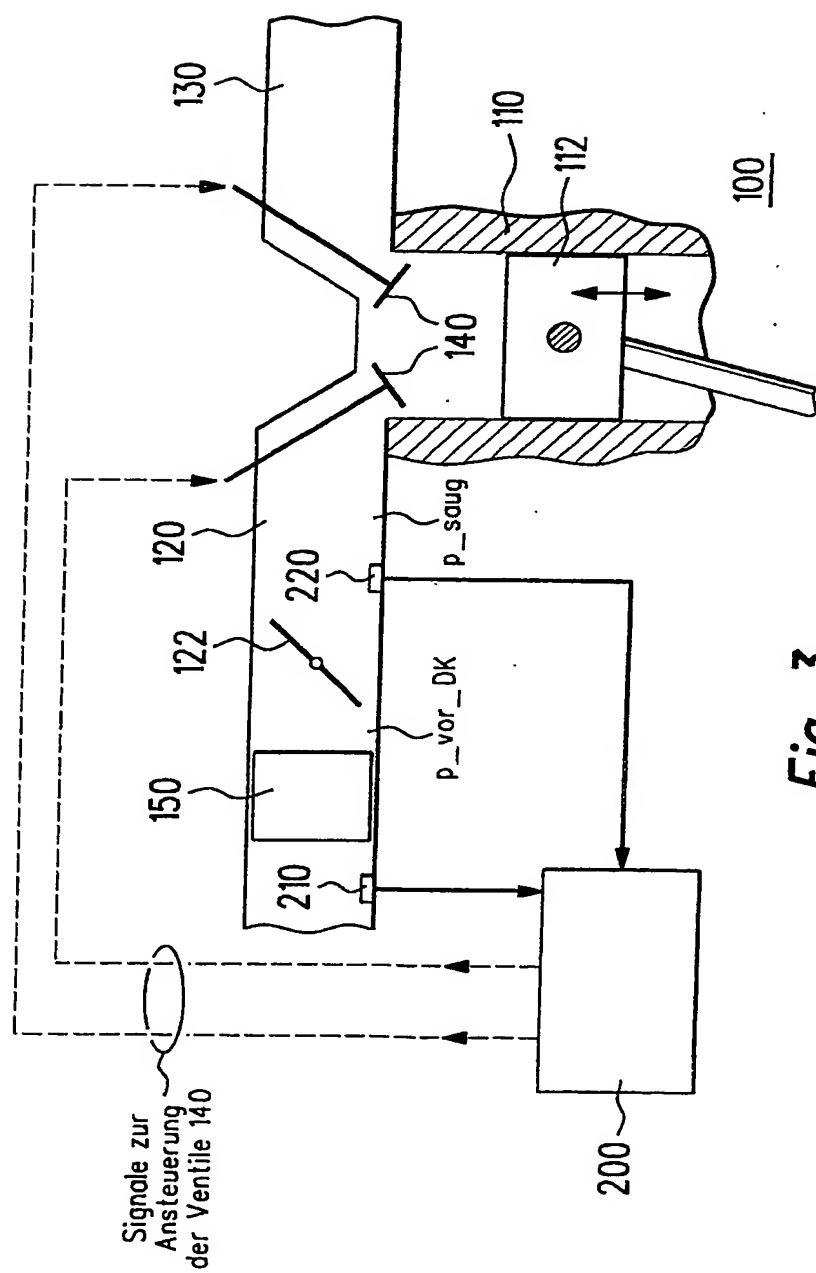


Fig. 3